مجله فعالیت بدنی و تندرستی
سال دوم / شماره ۱/ بهار ۱۴۰۲

# اثریک جلسه فعالیت درمانده ساز بر شاخص‌های عملکردی قلبی- تنفسی در مردان جوان غیرفعال

**ابراهیم احمدیان حیران** *
کارشناس ارشد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

**معرفت سیاهکوهیان**
پروفسور گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

**رضا فرضی‌زاده**
استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

**محمد قادری**
استادیارگروه تربیت بدنی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران.

## چکیده

**هدف:** سبک زندگی غیر فعال با عملکرد قلبی تنفسی ناکارامد ارتباط دارد. هدف از انجام تحقیق مقایسه تغییرات شاخص های عملکردی قلبی تنفسی جوانان غیرفعال در طی یک جلسه فعالیت درمانده ساز بود. **روش:** این مطالعه از نوع نیمه تجربی و جامعه آماری پژوهش حاضر شامل دانشجویان دانشگاه محقق اردبیلی در سال تحصیلی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ بودند. که از این میان ۲۸ نفر جوان غیر فعال بصورت در دسترس در یک گروه بعنوان آزمودنی تحقیق انتخاب شدند. آمادگی قلبی- تنفسی افراد با استفاده از آزمون هوازی درمانده ساز با شدت ۷۵ - ۸۵ درصد حداکثر ضربان بیشینه سنجیده شد. شاخص های قلبی- تنفسی بوسیله دستگاه تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی اندازه گیری شد. **یافته ها:** یافته های این پژوهش نشان داد که یک جلسه تمرین وامانده ساز در مقادیر شاخص های قلبی و تنفسی، (ضربان قلب(RR)، معادل تهویه های اکسیژن بیشینه (EQO2)، معادل تهویه ای دی اکسید کربن (EQCO2) حجم جاری (VT)و تهویه ریوی (VE) فشار سهمی دی اکسیدکربن بازدمی (PETCO2) فشار سهمی اکسیژن بازدمی (PETO2) در طی مراحل مختلف پیش ازفعالیت، آستانه هوازی،استراحت فعال و آستانه بی هوازی تفاوت معنا دار وجود دارد. **نتیجه گیری:** با توجه به نتایج بدست آمده، یک جلسه فعالیت از نوع درمانده ساز که موجب تغییرات افزایشی در مقادیر شاخص های قلبی - تنفسی و عملکردی قلب می شود و می تواند معیار مناسبی جهت برآورد آمادگی قلبی تنفسی در افراد غیرفعال باشد.

**واژگان کلیدی:** معادل تهویه ای اکسیژن، معادل تهویه ای دی اکسید کربن، غیرفعال.

Quarterly Journal of Physical Activity and Health
Vol.2,No.1,Spring 2023

# The Effect of Exhaustive Activity Session on Cardio-Respiratory Performance Indicators in Sedentry Young Men

**Ebrahim Ahmadian Hiran** *
Senior Expert, Department of Sports Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran.

**Marafet Siahkohian**
professor, Department of Sports Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran.

**Reza Farzizadeh**
assistant professor, Department of Sports Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran.

**Mohammad Ghaderi**
Assistant Professor, Department of Physical Education, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran.

## Abstract

**Aim:** Inactive lifestyle is related to inefficient cardiorespiratory function. The purpose of the research was to compare the changes in cardiorespiratory performance indicators of inactive youth during a session of exhaustive activity. **Method:** This study is a semi-experimental type and the statistical population of the present study included the students of Mohaghegh Ardabili University in the academic year of 2020-2021. Of these, 28 inactive young people were selected as research subjects in one group. The cardio-respiratory fitness of the subjects was measured using the aerobic aerobic test with an intensity of 75-85% of the maximum heart rate. Cardio-respiratory indices were measured by a respiratory gas analysis device. **Results:** The findings of this research showed that a session of exercise had a significant effect on the values of cardiac and respiratory indicators heart rate (RR), maximum oxygen ventilation equivalent (EQO2), and carbon dioxide ventilation equivalent (EQCO2), tidal volume). (VT) and pulmonary ventilation (VE) expiratory carbon dioxide partial pressure (PETCO2), expiratory oxygen partial pressure (PETO2) during different pre-activity stages, aerobic threshold, active rest and anaerobic threshold, there is a significant difference ($P \geq 0.05$). **Conclusion:** According to the obtained results, an activity session of a helpless type that causes incremental changes in the values of cardio-respiratory and functional heart indices, and can be a suitable criterion for estimating cardio-respiratory fitness in inactive people.

**Keywords**:Oxygen Ventilatory Equivalent, Carbon Dioxide Ventilatory Equivalent, Sedentry.

* نویسنده مسئول: **E mail: Ebrahim.ahmadyan@gmail.com**

دریافت : ۱۴۰۲/۰۲/۱۱ پذیرش:۱۴۰۲/۰۲/۳۰

مقاله پژوهشی

**مقدمه**

پیشرفت‌های گسترده در فن‌آوری، باعث برخورداری از یک زندگی ماشینی و کاسته شدن از میزان تحرک و فعالیت بدنی در اجرای فعالیت‌های روزمره شده است (روشن و همکاران،۲۰۱۹) و کم تحرکی و عوارض ثانویه آن مهمترین عامل مرگ و میر در کشورهای در حال توسعه و پیشرفته صنعتی می باشد.(کریمی و همکاران،۲۰۱۷). بر اساس شواهد و مدارک افرادی که فعالیت بدنی مناسبی ندارند احتمال ابتلا به بیمار یهای قلبی عروقی در افراد غیرفعال دوبرابر بیشتر از افراد فعال است(لوراندی وهمکاران[1]،۲۰۱۵).از مهمترین نیاز ها ی فرد در حین فعالیت ورزشی شدید انتقال اکسیژن جهت پشتیبانی پروسه حیاتی وابسته به انرژی در سلولهای عضلانی و قلبی و دفع دی اکسید کربن که به عنوان یک محصول فرعی متابولیسم می باشد. و این عملکرد مطلوب دستگاه قلبی تنفسی در حین انجام فعالیت ورزشی شدید نشان می دهد. تعیین میزان آمادگی قلبی تنفسیکلید طلایی برای آمادگی بدنی افراد محسوب می شود(دومث و همکاران[2]،۲۰۱۱). تست ورزش قلبی ریوی یک تست ورزشی فزاینده که با تجزیه و تحلیل تبادل گاز ها به طور همزمان است و ارزیابی کامل و جامعی از پاسخ های فیزیولوژیک به ورزش و آمادگی قلبی تنفسی را ارائه می دهد .تست ورزش قلبی ریوی، تعیین مستقیم غیرتهاجمی تهویه دقیقه، ضربان قلب و تجزیه و تحلیل گازهای منقضی شده (جذب اکسیژن و خروجی دی اکسید کربن) در حالت استراحت و در حین ورزش، در مورد تعامل تهویه، تبادل گاز را فراهم می کند .و عملکرد قلب و عروق و اسکلتی عضلانی و تعیین انحرافات از نرمال را ممکن می سازد(کارتریس[3]،۲۰۱۷). بهبود سلامت این سیستم‌ها بدین معناست که این ارگانیسم بتواند مقدار زیادی اکسیژن در طول هر فعالیت شدید مصرف کند و بتواند خون زیادی را در هر ضربان قلب به جریان درآورد(محمدعلی و همکاران،۱۳۹۹). به نقطه‌ای در تست قلبی و ریوی که در آن تعدادی از پارامترهای، تهویه ای، پاسخی شبه- آستانه فعالیت ورزشی بیشینه را ایجاد می‌کند، آستانه تهویه‌ای می‌گویند. شاخص‌های مورد استفاده برای تعیین نقطه عبارتند از: افزایش توانی $VCO_2$ یا نسبت تبادل تنفسی، وافزایش ناگهانی اسیدوز خون می‌باشد(کارلسون[4]،۲۰۱۰). میزان تهویه با ورود یا خروج هوا که در هر تهویه ۵۰ میلی‌لیتر هوا طی دم و بازدم وارد و خارج می‌شود. در کل مجموع حجم جاری و تواتر تنفسی،. در این تحقیق همچنین متغیرهای دیگری هم مورد بررسی قرار گرفته که از جمله فشار سهمی دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی

[1] . Laurendi G, Donfrancesco C, Palmieri L, Vanuzzo D, Scalera G, Giampaoli S.
[2] . Dumith SC, Hallal PC, Reis RS, Kohl III HW
[3] . Catrysse L, van Loo G.
[4] . Carlson SA, Fulton JE, Schoenborn CA, Loustalot F

($P_{ET}CO2$)، مقدار فشار سهمی دی‌اکسید کربن در هوای بازدمی در انتهای بازدم، فشار سهمی اکسیژن در هوای بازدمی در پایان بازدم است فشار سهمی اکسیژن انتهای بازدمی ($P_{ET}O_2$) می‌گویند. معادل نسبت تهویه ای دی‌اکسید کربن (EQCO2)، نسبت مقدار تهویه شده به لیتر بر دی‌اکسید کربن تولیدشده است. این شاخص نشان‌دهنده کارآیی تهویه است و با واحد لیتر در دقیقه بیان می‌شود و با نسبت ($VE/VCO_2$) بیان می‌شود.  معادل تهویه ای اکسیژن ($EQO_2$): نسبت مقدار هوای تهویه شده بر لیتر به اکسیژن مصرف‌شده است. نشان‌دهنده کارآیی تهویه است. .و با این نسبت ($VE/VO_2$) می‌شود (کارلسون،۲۰۱۰).

بیشتر پژوهش‌ها تاثیر  سازگاریهای ایجاد شده در بلند مدت تمرینات ورزشی را مورد بررسی قرار داده است. در این راستا جهانیان و دبیدی روشن (۱۳۹۷)، در بررسی ارتباط بین چاقی مرکزی و آمادگی قلبی- تنفسی در اعضای هیئت‌علمی و کارکنان دانشگاه مازندران نشان دادند که کاهش شاخص‌های چاقی مرکزی همسو با میزان آمادگی قلبی تنفسی در اعضای هیئت‌علمی و کارمندان مرد و زن دانشگاه مازندران است. در تحقیقی با عنوان آمادگی قلبی و تنفسی و ارتباط آن با بیماری در کارمندان دفتری کم‌تحرک گزارش کردند که میزان بالای کم‌تحرک در میان کارمندان دفتری منجر به ایجاد آسیب‌ها و بیماری‌ها بیشتر خواهد شد.

با توجه به کاربرد های  فراوان تست آمادگی  قلبی تنفسی که دارد  هم از جنبه سلامت عمومی درکمک به بیماران و هم از جنبه  قهرمانی، انجام تحقیقاتی همانند تحقیق حاضر  که  موجب اطلاع از عوامل موثر در پاسخ های تهویه ای و کم و کیف تاثیر آنها بر سیستم قلبی تنفسی است.  و می تواند سبب شناخت بیشتر از عملکرد آن و کمک به برنامه ریزی صحیح در شرایط مختلف تمرینی می شود. و همچنین در بیان  اختلال در عملکرد این دستگاههای، حیاتی قلبی عروقی و تنفس با کم تحرک موثر باشد از این رو این مطالعه مفید خواهد بود.

## مواد و روش ها

پژوهش حاضر به روش نیمه تجربی انجام شده است و طرح آن به صورت اندازهگیری های مکرر با گروه کنترل میباشد. جهت انجام پژوهش، ۲۸ مرد جوان غیر فعال  دانشجو دانشگاه محقق در سال تحصیلی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ داوطلب که معیارهای ورود به پژوهش را داشتند، این افراد که در هفته کمتر از ۱۵۰ دقیقه فعالیت بدنی با شدت متوسط (به‌نحوی‌که عرق کنند یا دچار تنگی نفس شوند) انجام می‌دهند. به‌عنوان کم‌تحرک در نظر گرفته شدند، و به‌صورت داوطلبانه و در دسترس انتخاب‌شده‌اند. در مطالعه حاضر برای انتخاب افراد از معیارهایی استفاده شد. که بر این اساس معاینات پزشکی و غربالگری اولیه، آزمودنی‌ها نباید به بیماری قلبی و پرفشارخونی مبتلا باشند. فرم رضایت‌نامه، وضعیت سلامتی-پزشکی آزمودنی‌ها با استفاده از روش استاندارد(PAR-Q) موسسه پزشکی

ورزشـــی اخذ شده است. از سوی دیگر، افراد لازم بود حداقل دو هفته قبل از شروع تحقیق، دخانیات مصرف نکرده باشند وعدم استفاده ازهرگونه دارو، مولتی ویتامین هادر طی یک هفته قبل از اجرای پروتکل و در حین اجرای پروتکل، انجام ندادن فعالیت ورزشی سنگین ٢٤ ساعت قبل از انجام پروتکل و در حین مراحل اجرای پروتکل الزامی بوده است. در روز قبل از تست گیری، از شرکت‌کنندگان درخواست شد که به مقدار کافی آب بنوشند. بعلاوه، یک هفته قبل از اجرای پروتکل پژوهش، آزمودنی‌ها با مراحل اجرای تحقیق آشنا شدند.

**ارزیابی متغیرهای فیزیولوژیکی و عملکردی**

وضعیت آنتروپومتریکی بدن با استفاده از تجهیزات و روش‌های استاندارد و با ابزارهای آزمایشگاهی به شرح ذیل انجام شد. وزن افراد با استفاده از ترازوی دیجیتالی (Seca)ساخت آلمان مدل ۷۵۵) با دقت ۰/۵ کیلوگرم اندازه‌گیری شد. قد افراد با استفاده از دستگاه قد سنج با دقت ۰/۱ سانتیمتر اندازه‌گیری شد. شاخص توده بدنی ، با تقسیم وزن (kg) بر مجذور قد ($m^2$ ) برآورد شد. نسبت کمر به لگن (WHR)دور کمر در باریک‌ترین ناحیه که فرد در انتهای بازدم طبیعی باشد ارزیابی شد. جهت ارزیابی دور باسن برجسته‌ترین آن مشخص می‌گردید. ارزیابی با متر نواری غیرقابل ارتجاع و بدون اعمل فشار با دقت ۰.۱ سانتی‌متر انجام می‌شود.

شاخص چاقی بدن[1] : شاخصی ترکیبی برای برآورد درصد چربی بدن بر اساس دور باسن و قد می‌باشد- به‌عنوان مقیاس‌های مناسبی جهت برآورد چاقی شکمی به شمار می‌رود(برگمن،۲۰۱۱).

BIA=HC/(HM)1.5)-18

چربی زیرپوستی: این روش غیرمستقیم سنجش چربی توسط دستگاه کالیپر دیجیتالی فاتتراک انجام می‌پذیرد که شیوه استاندارد اندازه‌گیری با رعایت اصول زیر استفاده‌شده است. برای اندازه‌گیری درصد چربی بدن از روش سه‌نقطه‌ای جکسون-پولاک استفاده شد. با اندازه‌گیری چربی زیرپوستی سه‌نقطه سینه، شکم و ران توسط کالیپر که پس از ۳ با اندازه‌گیری مشخص شد، نمره میانه (وسط) ثبت شد. اعداد به‌دست‌آمده از اندازه‌گیری در فرمول درصد چربی اسلاتر که توسط لومن در سال ۱۹۹۲ اصلاح شد، قرار داده شد تا درصد چربی بدن به دست آید. درصد چربی به‌دست‌آمده در وزن شخص ضرب خواهد شد تا وزن چربی مشخص گردد.

**فعالیت ورزشی درمانده ساز**

پروتکل ورزشی با استفاده از تردمیل مدل E6150 Model Sport Art بود. این آزمون با سرعت ۵ / ۸ کیلومتر در ساعت آغاز گردید و در هر ۹۰ ثانیه ۲/ ۱ کیلومتر در ساعت تا رسیدن به واماندگی افزایش یافت. شایان ذکر اســت

[1] .Body Adiposity Index

که شیب ۵ / ۲ درصد در طول آزمون ثابت بود. ابتدا، آزمودنی ها مرحلۀ گرمکردن را به مدت ۱۰ دقیقه روی نوارگردان اجرا نمودند و از ابتدای آزمون تا مرحلۀ واماندگی، گازهای تنفسی آزمودنیها به صورت نفس به نفس از طریق ماسک گاز آنالایزور جمع آوری گردید. سپس، میانگین متغیرهای اندازه گیریشده در فواصل زمانی ۱۵ ثانیه توسط برنامه محاسبه گشت و مورد استفاده قرار گرفت.

**اندازه‌گیری متغیرهای قلبی – تنفسی**

حداکثر اکسیژن مصرفی  شامل هفت مرحلۀ سه دقیقه ای بود که در آن به تدریج سرعت و شیب نوارگردان تا زمان رسیدن فرد به مرز واماندگی افزایش پیدا می کرد .ذکر این نکته ضرورت دارد که جهت حصول اطمینان ازرسیدن آزمودنی هابه حداکثر اکسیژن مصرفی، سه شرط لازم بود:

۱. ضربان معادل۸۵ درصد از ضربان قلب بیشینه (سن-۲۲۰،) باشد. ۲.نسبت تبادل تنفسی معادل(۱/۱۵،) ۳. رسیدن نمودار اکسیژن مصرفی وضربان قلب($HR/VO_2$) به حالت یکنواختی یا کفه (افزایشVO۲کمتر از۱۵۰ میلی لیتر در دقیقه) (۲۳) ٤. اعلام رسیدن به واماندگی از سوی آزمودنی.

تهویۀ دقیقه ای (VE) و اجزای آن معادل حجم پایان دمی (TV) و تعداد تنفس (f) از روی سیگنال جریان هواو به ترتیب براساس شرایط دما و فشار بدن (SBTP) و در دقیقه محاسبه گردید. فشار سهمی پایان دمی اکسیژن (PETo۲) و دی کسیدکربن (CO2PET )، اکسیژن مصرفی(VO۲)وکربن دی اکسید تولیدشده (VCO۲)نیزتوسط دستگاه گازآنالایزر (Metalyzer 3B-Cortex )نفس به نفس اندازه گیری شد. VTیا آستانۀتهویه با استفاده از روشV-Slopeتوسط نرم افزار دستگاه گاز آنالایزر وبه صورت اتوماتیک محاسبه شد(میر[۲]،۲۰۰۵).RCPیا آستانۀتنفسی جبرانی نیز با استفاده از رسم گرافیکیVEدر محورYوVCO۲در محورXدر یک نمودار توسط نرم افزار دستگاه گازآنالایزر با استفاده از رگرسیون خطی تعیین گردید.لازم به ذکر است که درصورت عدم شناسایی توسط نرما فزار گازآنالایزر،VTو RCPبا نظردوکارشناس مستقل وبا تجربه تعیین می گشت.باید عنوان نمود که VTوRCP به ترتیب با استفاده ازاولین افزایش درVE/VO۲بدون افزایش همزمان درVE/VCO۲ وOETP۲) ونیزVE/VCO۲و۲ COETPشناسایی و برآورد شد(میر،۲۰۰۵).

ذکر این نکته ضرورت دارد که در طول آزمون، ضربان قلب آزمودنی ها با استفاده از پولار ثبت گردید وتمامی مراحل اجرای پروتکل و متغیرهای زمینه ای در محل آزمایشگاه فیزیولوژی انجام گرفت.

### روش‌های آماری

جهت تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از آزمون آماری آنوای مکرر و برای مقایسه بین گروهی داده‌ها از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. سطح معناداری نیز برای تمام محاسبات ۰.۰۵ >p در نظر گرفته شد. علاوه براین، بهمنظور توصیف داده ها، محاسبهٔ میانگین و انحراف معیار از آمار توصیفی استفاده شد. آزمون شاپیرو ویلک نیز برای تعیین نحوهٔ توزیع داده ها،مورد استفاده قرار گرفت.

### یافته ها

نتایج توصیفی شاخص‌های ترکیب بدنی و آنتروپومتریک که شامل میانگین، انحراف معیار، می‌باشد، در جدول ۱ آورده شده است. لازم به ذکر است بین متغیرها در حالت پایه تفاوت معناداری دیده نشده است(**P>۰/۰۵**).

**جدول ۱: اطلاعات توصیفی مربوط به شاخص‌های ترکیب بدنی و آنتروپومتریک**

| متغیرها | انحراف استاندارد | مقدار P |
|---|---|---|
| **سن (سال)** | ۱/۸٦ | ۰/۹ |
| **قد (سانتیمتر)** | ۵/٦۳ | ۰/۷۸ |
| **وزن (کیلوگرم)** | ۱۱/۲٤ | ۰/٤ |
| **شاخص توده بدن (قد/کیلوگرم$^{۲}$)** | ۳/٦۱ | ۰/٦۲ |

**جدول ۲ : اطلاعات توصیفی مربوط به متغیرهای قلبی تنفسی**

| متغیر | مراحل | میانگین±انحراف معیار |
|---|---|---|
| **حجم جاری لیتر/ دقیقه** | پیش از تمرین | ۲/۸۵±۰/۱٤ |
| | زمان استراحت فعال | ۰/۷٦±۰/۵۱ |
| | آستانه بی‌هوازی | ۱/٤٦±۰/٤٤ |
| | آستانه هوازی | ۱/۹٤±۰/۳۸ |
| | پیش از تمرین | ۹۷/۰۳±۱۵/۱۸ |

| | | |
|---|---|---|
| **آستانه تهویه‌ای لیتر/ دقیقه** | زمان استراحت فعال | ۱۹/۵۳±۹/۱۲ |
| | آستانه بی‌هوازی | ۶۲/۵۳±۲۰/۰۲ |
| | آستانه هوازی | ۱۰۹/۱۷±۲۵/۹۱ |
| **تعداد تنفس** | پیش از تمرین | ۳۴/۲۶±۰/۹۶ |
| | زمان استراحت فعال | ۲۸/۹۳±۹/۳۱ |
| | آستانه بی‌هوازی | ۴۴/۶۶±۱۰/۸۶ |
| | آستانه هوازی | ۵۷/۵۵±۱۴/۴ |
| **معادل تهویه‌ای اکسیژن مصرفی (EQO2) میلی لیتر/ دقیقه** | پیش از تمرین | ۲۶/۰۳±۲/۸۸ |
| | زمان استراحت فعال | ۲۶/۰۳±۲/۸۸ |
| | آستانه بی‌هوازی | ۲۷/۳۹±۳/۲۲ |
| | آستانه هوازی | ۳۵/۹۲±۵/۵۷ |
| **معادل تهویه‌ای دی‌اکسید کربن مصرفی (EQCO2)** | پیش از تمرین | ۲۸/۶۷±۲/۸۸ |
| | زمان استراحت فعال | ۲۸/۶۷±۲/۸۸ |
| | آستانه بی‌هوازی | ۲۷/۸۹±۳/۲۰ |
| | آستانه هوازی | ۳۰/۲۵±۳/۹۴ |
| **مقدار اکسیژن مصرفی بازدمی (PET O2) میلی لیتر/دقیقه** | پیش از تمرین | ۸۷/۶۵±۳/۰۵ |
| | زمان استراحت فعال | ۸۷/۶۵±۳/۰۵ |
| | آستانه بی‌هوازی | ۸۷/۵۷±۴/۰۹ |
| | آستانه هوازی | ۳۵/۱۱±۵/۱۳ |
| **مقدار دی‌اکسید کربن مصرفی بازدمی (PETCO2) میلی لیتر/ دقیقه** | پیش از تمرین | ۳۵/۲۵±۲/۳۷ |
| | زمان استراحت فعال | ۳۵/۲۵±۲/۳۷ |
| | آستانه بی‌هوازی | ۳۷/۸۸±۳/۶۵ |
| | آستانه هوازی | ۳۷/۰۴±۳/۹۲ |

**جدول ۳: نتایج اثرات درون گروهی آزمون اندازه‌های تکراری**

| | **مراحل** | **میانگین و انحراف استاندارد** | **مقدار p** |
|---|---|---|---|
| **حجم جاری** | پیش از تمرین | ۲/۸۵±۰/۱۴ | |
| | زمان استراحت فعال | ۰/۷۶±۰/۵۱ | |
| | آستانه بی‌هوازی | ۱/۴۶±۰/۴۴ | *۰/۰۰۱ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **لیتر/ دقیقه** | آستانه هوازی | ۱/۹٤±۰/۳۸ | |
| تهویه ریوی لیتر/ دقیقه | پیش از تمرین | ۹۷/۰۳±۱۵/۱۸ | |
| | زمان استراحت فعال | ۱۹/۵۳±۹/۱۲ | *۰/۰۰۱ |
| | آستانه بی‌هوازی | ٦۲/۵۳±۲۰/۰۲ | |
| | آستانه هوازی | ۱۰۹/۱۷±۲۵/۹۱ | |
| تعداد تنفس | پیش از تمرین | ۳٤/۲٦±۰/۹٦ | |
| | زمان استراحت فعال | ۲۸/۹۳±۹/۳۱ | *۰/۰۰۱ |
| | آستانه بی‌هوازی | ٤٤/٦٦±۱۰/۸٦ | |
| معادل تهویه‌ای اکسیژن مصرفی (EQO2) **میلی لیتر/دقیقه** | آستانه هوازی | ۵۷/۵۵±۱٤/٤ | |
| | پیش از تمرین | ۲٦/۰۳±۲/۸۸ | |
| | زمان استراحت فعال | ۲٦/۰۳±۲/۸۸ | *۰/۰۰۱ |
| | آستانه بی‌هوازی | ۲۷/۳۹±۳/۲۲ | |
| معادل تهویه‌ای دی‌اکسید کربن مصرفی (EQCO2) **میلی لیتر/دقیقه** | آستانه هوازی | ۳۵/۹۲±۵/۵۷ | |
| | پیش از تمرین | ۲۸/٦۷±۲/۸۸ | |
| | زمان استراحت فعال | ۲۸/٦۷±۲/۸۸ | *۰/۰۰۲ |
| | آستانه بی‌هوازی | ۲۷/۸۹±۳/۲۰ | |
| مقدار اکسیژن مصرفی بازدمی (PET O2) **میلی لیتر/دقیقه** | آستانه هوازی | ۳۰/۲۵±۳/۹٤ | |
| | پیش از تمرین | ۸۷/٦۵±۳/۰۵ | |
| | زمان استراحت فعال | ۸۷/٦۵±۳/۰۵ | *۰/۰۰۱ |
| | آستانه بی‌هوازی | ۸۷/۵۷±٤/۰۹ | |
| مقدار دی‌اکسید کربن مصرفی بازدمی (PETCO2) | آستانه هوازی | ۳۵/۱۱±۵/۱۳ | |
| | پیش از تمرین | ۳۵/۲۵±۲/۳۷ | |
| | زمان استراحت فعال | ۳۵/۲۵±۲/۳۷ | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **میلی لیتر/دقیقه** | آستانه بی‌هوازی | ۳۷/۸۸±۳/۶۵ | *۰/۰۰۱ |
| | **آستانه هوازی** | **۳۷/۰۴±۳/۹۲** | |

نتایج بین‌گروهی با استفاده آزمون تعقیبی بونفرونی را نشان می‌دهد. در متغیر تهویه ریوی، بجز بین دو مرحله پیش از تمرین با آستانه هوازی، در سایر مراحل در مقایسه دو گروهی تفاوت معناداری وجود دارد(P<۰/۰۵)، مشاهده شد در متغیر مقادیر تعداد تنفس، در تمامی مراحل در مقایسه دو گروهی تفاوت معناداری وجود دارد(P<۰/۰۵)، همچنین نتایج نشان داد مقادیر معادل تهویه ای اکسیژن ، در تمامی مراحل بجز مراحل آستانه بی‌هوازی با مرحله پیش از تمرین و مرحله استراحت فعال، در سایر گروهها در مقایسه دو به دو تفاوت معناداری وجود دارد(P<۰/۰۵)، نتایج نشان داد مقادیر معادل تهویه ای دی اکیسد کربن ، در تمامی مراحل بجز مراحل آستانه بی‌هوازی با مرحله پیش از تمرین و مرحله استراحت فعال، در سایر گروهها در مقایسه دو به دو تفاوت معناداری وجود دارد(P<۰/۰۵)، همچنین نتایج نشان داددر متغیر مقادیر فشار اکسیژن انتهای بازدمی، در تمامی مراحل بجز مراحل آستانه بی‌هوازی با مرحله پیش از تمرین و مرحله استراحت فعال، در سایر گروهها در مقایسه دو به دو تفاوت معناداری وجود دارد(P<۰/۰۵) و مقادیر فشار دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی، در تمامی مراحل بجز مراحل آستانه هوازی با مرحله پیش از تمرین و مرحله استراحت فعال، در سایر گروهها در مقایسه دو به دو تفاوت معناداری وجود دارد(P<۰/۰۵).

## بحث و نتیجه گیری

در پژوهش حاضر که با هدف بررسی و مقایسه شاخص‌های عملکرد قلبی-تنفسی طی یک جلسه فعالیت درمانده‌ساز در مردان جوان غیرفعال شهر اردبیل بود . مشاهده شد مقادیر حجم جاری، مقادیر تهویه ریوی، معادل تهویه‌ای دی‌اکیسد کربن و معادل تهویه‌ای اکسیژن در بین چهار مرحله تفاوت معناداری کرده است و به ترتیب در مرحله پیش از تمرین بیشتر از بقیه مراحل بوده است. همچنین این شاخص در مرحله هوازی مقادیر بیشتری نسبت به مرحله بی‌هوازی داشت. در قسمت دیگری از نتایج نشان داده شده است تعداد تنفس در مرحله هوازی نسبت به سایر مراحل بیشتر بوده است، در تمامی مراحل تفاوت معناداری وجود داشت. ، یافته‌های بدست امده از این پژوهش با برخی نتایج مطالعات عطارزاده و همکاران(۲۰۱۲) همسو بوده است. ثابت شده است در انجام ورزش‌های هوازی تغییراتی در سیستم عضلانی قلبی– عروقی و ریوی اتفاق می‌افتد که منجر به افزایش ظرفیت تحمل فرد می‌شود. این تغییرات شامل تغییراتی نظیر افزایش در گردش خون، افزایش ضربان قلب، افزایش

فشارخون شریانی، افزایش نیاز به اکسیژن و افزایش سرعت و عمق تنفس می‌باشد. افزایش دمای بدن، افزایش تحریک عضلات و مفاصل سبب تحریک سیستم تنفس همان ثانیه‌ای اول ورزش می‌شود، به همین دلیل تهویه دقیقه‌ای و فرکانس تنفس افزایش‌یافته و کل حجم‌های ریوی افزایش می‌یابد (پریرا و همکاران[1]،۲۰۱۱). بر اثر فعالیت ورزشی مقادیر فعالیت سوخت وسازی افزایش می‌یابد و برای پاسخ‌گویی به آن دستگاه قلبی و ریوی با افزایش فعالیت روبرو است و بایستی تهویه دقیقه‌ای و برون‌ده قلبی افزایش یابد و این نیازمند این است که ضربان قلب و تعداد تنفس در دقیقه حجم جاری (TV) و حجم ضربه‌ای افزایش یابد.بدیهی است هر گونه نقصان و مشکل در این دستگاه‌ها، بدن و عملکرد شخص را تزلزل می‌بخشد(تامپست [2]وهمکاران،۲۰۲۰). همسو با نتایج بدست آمده می‌توان به مطالعات پرادو و همکاران[3](۲۰۲۱) و عزیزی(۲۰۱۱) می‌باشد. از مکانیسم‌های فیزیولوژیکی دخیل در الگوی تغییر یافته PETCO2 می‌توان به نابرابری‌های تهویه-پرفیوژن ناشی از هیپوپرفیوژن آلوئول تهویه‌شده، که منجر به افزایش فضای مرده فیزیولوژیک (VD/VT) و افزایش اسیدوز در نرخ‌های کار پایین‌تر که منجر به افزایش تهویه ناشی از سطوح بالاتر یون هیدروژن ($H^+$) می‌شود اشاره کرد. به عنوان مثال، افزایش مقاومت عروق ریوی در بیماران مبتلا به PH ممکن است پاسخ برون‌ده قلبی را در طول تمرین کاهش دهد که منجر به کاهش انتقال O2 به عضله در حال کار می‌شود و در نتیجه سهم گلیکولیز بی‌هوازی در ورزش را افزایش می‌دهد. بنابراین، این امکان وجود دارد که هم تبادل گاز ریوی و هم ناهنجاری‌های متابولیسم عضلانی در اختلال در پاسخ PETCO2 پایه دخیل باشند. بهبود ناشی از تمرینات ورزشی نیز، در متابولیسم هوازی عضلانی ممکن است محرک تهویه مرتبط با اسیدوز را کاهش دهد و بنابراین ممکن است با بهبود پاسخ PETCO2 پس از تمرین همراه باشد. چرا که بهبود در VO2 نشان‌دهنده افزایش ظرفیت هوازی عضلانی است. بهبود در راندمان تبادل گاز و الگوی تنفس ممکن است با کاهش تهویه فضای مرده فیزیولوژیکی ایجاد شود و همچنین ممکن است در بهبود پاسخ PETCO2 پس از تمرین دخیل باشد. برای دسترسی به نتایج دقیقتر بررسی شاخص‌هایVT/TI و VT/TE در این تحقیق مورد نیاز بود. در واقع، کاهش VT/TI و VT/TE پس از تمرین به ترتیب نشان‌دهنده کاهش در رانش عصبی عضلانی دمی و بازدمی است. توجه به این نکته مهم است که الگوی تنفس تأثیر قابل توجهی در این نسبت‌ها در طول ورزش دارد. به طور خاص، یک الگوی تنفس تاکی پنیک در طول ورزش، نسبت VD/VT را افزایش می‌دهد و سطح PETCO2 را کاهش می‌دهد. علاوه بر این، سطوح بالاتر فرکانس تنفس ارتباط نزدیکی با

[1] . Pereira AC, Kisner A, Tarley CR, Kubota LT.
[2] . Tompsett A.
[3] . Prado DMLd, Rocco EA, Campos JdPFd, Miranda TP, Teixeira AB, Staroste M,

کاهش زمان بازدم و در نتیجه توقف زودهنگام و افزایش بیشتر PETCO2 در طی ورزش پیشرونده دارد. بنابراین، کاهش دفعات تنفس و افزایش زمان بازدم پس از تمرین ورزشی نیز ممکن است با بهبود پاسخ PETCO2 در طول فعالیت، در مطالعه حاضر مرتبط باشد. گزارش‌هایی وجود دارد که نشان می‌دهد PO2 به دلیل افزایش کار عضله در طول تمرینات استقامتی کاهش می‌یابد. بنابراین، O2باید به راحتی در دسترس باشد زیرا فشار نسبی دی‌اکسید کربن (PCO2) شروع تمرین به طور معمول تا حد زیادی در نتیجه جبران ایجاد اسیدوز لاکتات کاهش می‌یابد، PCO2 یک ویژگی مشترک تغییرات گاز خون است. تولید بیشتر CO2 منجر به کاهش مقدار PH می‌شود. گزارشات مطالعات نشان داده است اسیدی شدن خون در حین تمرین عضلانی در نتیجه افزایش سریع و مشخص در تولید CO2 میتوکندریایی ماهیچه‌های اسکلتی و کاهش -HCO3 سلولی رخ می‌دهد. اوج جریان CO2در طول ۳۰ ثانیه اول تمرین با شدت بالا و متوسط رخ می‌دهد. با ورزش زیاد و شدت متوسط خون نیز به دلیل کاهش PH و غلظت HCO3 و افزایش +H اسیدی می‌شود(عزیزی،۲۰۱۱). هورلی و همکاران (۱۹۸٤) بر روی ۸ مرد برای تعیین تأثیر تمرین بر برخی پارامترهای گاز خون مطالعه کردند، آنها تحت یک تمرین ۸ هفته‌ای زیر بیشینه قرار گرفتند. نتایج این مطالعه نشان داد که تمرین زیربیشینه ممکن است با مزیت فیزیولوژیکی حین تمرین و بهبود ریکاوری همراه باشد. به طور کلی، نتایج مطالعه ما بیان کرد که تغییراتPO2 ، PCO2 افراد غیرورزشکار در مرحله آستانه هوازی بالاتر بود، که می‌توان عوامل دخیل در آن را -HCO3 و +H در نظر گرفت(عزیزی،۲۰۱۱) .

## نتیجه‌گیری کلی

در مجموع پژوهش حاضر در جستجوی پاسخی برای سوال اساسی خود مبنی بر اینکه یک جلسه تمرین وامانده ساز چه تغییراتی در برخی از شاخص های عملکردی قلبی تنفسی ایجاد خواهد کرد که می توان هنگام اجرای تست بررسی کرد و اطلاعاتی درباره ظرفیت فعالیت ورزشی هر فرد به دست آورد و همچنین با افزایش توان تولیدی هنگام فعالیت ورزشی تغییرات این متغییرها قابل پیش بینی است و پاسخ فعالیت ورزشی در افراد سالم را که مورد انتظار است، نشان می دهد و می توان معیار خوبی برای ارزیابی آمادگی قلبی تنفسی در افراد باشتد.

**تشکر و قدردانی**

این مقاله برگرفته از پایان نامه نویسندهٔ اول بـرای اخـذ درجـهٔ کارشناسی ارشد در رشتهٔ فیزیولوژی ورزشی ازدانشگاه محقق اردبیلی می باشد که با همکاری گروه و اساتید راهنما و مشاور دانشگاه محقق اردبیلی به انجام رسیده است.

## References

Akalan, C., Kravitz L., Robergs, R.R. (2004). VO2max: Essentials of the most widely used test in exercise physiology. ACSM's Health & Fitness Journal.;8(3):5-9.

Azizi, M. (2011). The comparison of aerobic training on blood gases in athlete and non-athlete high school girls. Procedia-Social and Behavioral Sciences.;15:1556-60.

Bararpour, E., Dabidi, Roshan V.(2021).The Relationship between Anthropometric Indices and Cardiovascular Fitness in Army Cadets. Journal Mil Med. 23(2):105-12.

Bar-Or O., Zwiren, L.(1975). Maximal oxygen consumption test during arm exercise--reliability and validity. Journal of Applied Physiology. 38(3):424-6.

Bauman, A., Armstrong, T., Davies, J., Owen, N., Brown, W., Bellew, B., et al. (2003). Trends in physical activity participation and the impact of integrated campaigns among Australian adults, (1997–99). Australian and New Zealand journal of public health. 27(1):76-9.

Burton, D.A., Stokes K., Hall G.M.(2004) Physiological effects of exercise.Continuing Education in Anaesthesia Critical Care & Pain. 4(6):185-8.

Buttar, K.K., Saboo N., Kacker S. (2019 ). A review: Maximal oxygen uptake (VO2 max) and its estimation methods. IJPESH.;6:24-32.

Carlson, S.A., Fulton J.E., Schoenborn C.A., Loustalot F.( 2010) . Trend and prevalence estimates based on the 2008 Physical Activity Guidelines for Americans. American journal of preventive medicine.;39(4):305-13.

Catrysse, L., van, Loo, G. (2017). Inflammation and the metabolic syndrome: the tissue-specific functions of NF-κB. Trends in cell biology.;27(6):417-29.

Dumith, S.C., Hallal, P.C., Reis, R.S., Kohl, III H.W.( 2011). Worldwide prevalence of physical inactivity and its association with human development index in 76 countries. Preventive medicine. 53(1-2):24-8.

Eatemady-Boroujeni, A., Kargarfard, M., Mojtahedi, H., Rouzbehani, R., Dastbarhagh, H.( 2014). Comparison of the effects of 8-weeks aerobic training and resistance training on lipid profile in patients with diabetes type 2. Journal of Isfahan Medical School. 32(282):524-33.

Eiberg, S., Hasselstrom, H., Grønfeldt, V., Froberg, K., Cooper, A., Andersen, L.B.( 2005) . Physical fitness as a predictor of cardiovascular disease risk factors in 6-to 7-year-old Danish children: The Copenhagen school-child intervention study. Pediatric Exercise Science.;17(2):161-70.

Esfarjani, F., Laursen, P.B.(2007). Manipulating high-intensity interval training: effects on V˙ O2max, the lactate threshold and 3000 m running performance in moderately trained males. Journal of science and medicine in sport. 10(1):27-35.

Gibala, M.J., Little, J.P., MacDonald, M.J., Hawley, J.A.(2017). Physiological adaptations to low volume, high- intensity interval training in health and disease. The Journal of physiology. 590(5):1077-84.

Haas, R., Smith, J., Rocher-Ros, V., Nadkarni, S., Montero-Melendez, T., D'acquisto, F., et al. (2015). Lactate regulates metabolic and pro-inflammatory circuits in control of T cell migration and effector functions. PLoS biology.;13(7):e1002202.

Hosseini, F.S.(2011) Effect of physical activity on physical and mental health in elderly men. Journal of Health and Care. 2011;13(2):0-23.

Karimi, N.(2017). Investigation of Abdominal Obesity Prevalence and Cardiovascular Fitness among the Citizens of Babolsar, Iran, in 2017. Journal of health research in community.;3(3):70-81.

Kisaka, T, Cox, T.A, Dumitrescu, D., Wasserman, K. (2015). CO2 pulse and acid-base status during increasing work rate exercise in health and disease. Respiratory physiology & neurobiology.;218:46-56.

Lameii, Ramandi, S., Nazarali, P., Alizadeh, R.(2018). The Impact of Pilates and Yoga for Eight Weeks on Respiratory Gas Exchange Indices of Young Women at Anaerobic Threshold. Journal Mil Med. 19(6):562-70.

Laurendi, G., Donfrancesco, C., Palmieri, L., Vanuzzo, D., Scalera, G., Giampaoli, S.(2015). Association of lifestyle and cardiovascular risk factors with lung function in a sample of the adult Italian population: a cross-sectional survey. Respiration.;89(1):33-40.

Pereira, A.C, Kisner, A., Tarley, C.R., Kubota, L.T. (2011) Development of a carbon paste electrode for lactate detection based on Meldola's blue adsorbed on silica gel modified with niobium oxide and lactate oxidase. Electroanalysis.;23(6):1470-7.

Prado, D.M.L.d, Rocco, E.A., Campos, J.d.P.F.d., Miranda, T.P., Teixeira, A.B., Staroste, M., et al.(2021). Exercise Training Improved Pulmonary Gas Exchange Abnormalities in Pulmonary Hypertension due to Heart Failure: A Case Report. International Journal of Cardiovascular Sciences. 34:588-92.

Tompsett, A. (2020). The lazarus drug: The impact of antiretroviral therapy on economic growth. Journal of Development Economics.;143:102409.